

TÉCNICAS ESPECTROFOTOMÉTRICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL PIMENTÓN

Introducción

Existe la necesidad de disponer de sistemas objetivos y rápidos para la determinación de la calidad de los productos agrícolas.

Los sistemas ópticos y espectrofotométricos se han presentado como muy válidos para estos fines en muchos productos (Mohsenin, 1984) (tomates, peras, manzanas, patatas, carnes, huevos...) esto justifica el uso de estos métodos sobre nuevos materiales.

Las restricciones impuestas a los colorantes artificiales por las nuevas legislaciones favorecen el consumo de colorantes de origen natural, como el pimentón. Es necesario encontrar un sistema rápido y eficaz que determine la calidad de este producto de creciente interés, (Mínguez, 1992; Conrad, 1987; Nagle 1979; Navarro y Costa, 1993).

Además existen graves problemas en la comercialización de este producto por la poca transparencia del mercado. Se han producido, en los últimos años, importaciones de pimentón de Marruecos de muy baja calidad y precio, que se mezclaban con pequeñas proporciones de pimentón de humo, comercializándose como pimentón de alta calidad y a precios similares al pimentón producido en la Vera por el sistema tradicional, lo que supone un fraude.

Es por tanto necesario encontrar un sistema que discrimine producto de alta calidad (con color atractivo, alto nivel de carotenoides y alta estabilidad) de pimentones de baja calidad o dañados (por exceso de calor durante el secado, enranciamiento, etc.).

El objetivo de este trabajo ha sido segregar diversas calidades de pimentón, para esto se disponía de pimentones procedentes de Extremadura, de líneas seleccionadas obtenidas por el SIA, secados por el método tradicional (humo) y con estufa, incluyendo muestras que presentan daños por quemado.

Sin ningún conocimiento previo se ha trabajado sobre espectros de reflexión en VIS y NIR a los que se han aplicado ciertas transformaciones para la obtención de variables que fueran capaces de discriminar pimentones secados con humo de los secados con estufa y de los quemados. Realizando reiterados estudios estadísticos se ha llegado a establecer algunas variables útiles en la separación de estas tres clases, para ambos rangos del espectro.

Materiales y métodos

El pimentón objeto de este estudio procede de variedades que obtenidas por el SIA , línea 2 y línea 4 que han sido cultivadas en Extremadura en las fincas propias: La Orden, El Haza y Moraleja. Se ha procedido a un secado en estufa a 55 °C hasta lograr peso constante, o con el

sistema tradicional de humo. Tras el secado se realizó la molienda integral de las muestras. Tenemos por tanto 12 tipos de pimentones:

Línea 2: El Haza secado a estufa (quemado)

El Haza secado a humo
La Orden secado a estufa
La Orden secado a humo
Moraleja secado a estufa
Moraleja secado a humo

Línea 4: El Haza secado a estufa (quemado)

El Haza secado a humo
La Orden secado a estufa
La Orden secado a humo
Moraleja secado a estufa
Moraleja secado a humo

Para la toma de medidas se ha empleado un monocromador de la casa MONOLIGHT, cuyo módulo central es el 6800, desde él se hacen las conexiones a la corriente, al ordenador y a la toma de tierra. También posee un láser de bajo poder, necesario para la calibración automática del aparato. Unido al módulo central está el módulo 6810 que controla las características de velocidad de barrido, intensidad de la señal, anchura de banda e intervalo de longitud de onda del muestreo.

La fuente de luz es una lámpara halógena de tungsteno unida a un estabilizador de corriente 6260.

Se han empleado los monocromadores:

- * Modelo 6100 asociado al detector 6118, su banda espectral va desde 200 a 900 nm.
- * Modelo 6120 asociado al detector 6112, trabaja de 700 a 1600 nm.

La red de difracción de los monocromadores posee movimiento de giro, controlado electrónicamente, la luz incide en la ranura de entrada y es dividida en las longitudes de onda que la componen por la red de difracción. La señal óptica se transforma en señal eléctrica que es amplificada y enviada al controlador OSA (Analizador del Espectro Óptico).

La adquisición de datos se realiza automáticamente mediante el programa de análisis de espectros.

Se ha trabajado con reflectancia, medida como porcentaje (%) de luz que refleja el material con respecto a un material considerado como patrón (una referencia blanca), para cada longitud de onda (cada 10 nm).

Las guías de luz son de fibra óptica de vidrio. Se insertan en un cuerpo de lentes diseñado para realizar medidas de reflexión 0°/45° (iluminador-receptor, respectivamente). La geometría

con la que se realizó la toma de datos se seleccionó tras realizar unos trabajos previos, ya que proporcionaba un nivel de señal mayor y los espectros presentaban más limpieza.

Las condiciones en las que se realizaron las medidas se reflejan en la tabla 1:

Tabla 1.- Condiciones de trabajo para el NIR y el VIS.

	NIR	VIS
ANCHURA DE RENDIJA (mm)	0,89	0,89
PASO (nm)	10	10
GANANCIA (%)	14	0
Nº DE MEDIDAS TOMADAS PARA CADA MUESTRA	50	50
ESCALA (% r)	30 - 110	0 - 100

La preparación de las muestras fue resuelta de la forma siguiente:

Se preparan llenando recipientes de plástico, hasta el borde, siendo necesario que estén perfectamente enrasados para que el nivel de señal sea el mismo en todas las muestras. La presión a la que se compacta la muestra no es un factor que haga variar sensiblemente los valores de reflectancia pero conviene estandarizar su preparación, se ha elegido 74183 Pa = 5 Kg de fuerza aplicados sobre un círculo de 2,9 cm de diámetro.

Se ha comprobado que no existe diferencia si se toman 5 ó 10 muestras por cada tipo de pimentón, ya que no se gana precisión. Se trabajó con 5, 9 y 10 muestras, dependiendo de la cantidad de material disponible.

Sobre cada una de las muestras se toman 2 medidas (50 espectros, ver Tabla 1), realizándose después la media, por lo cual, de cada muestra tenemos un solo espectro (un solo dato por longitud de onda).

ANÁLISIS DISCRIMINANTE PASO A PASO

Para cada uno de los rangos de luz se realizó un Análisis Discriminante paso a paso con 11 variables, fueron generadas a partir de los espectros y las transformaciones de los mismos, tanto para el rango visible como el infrarrojo.

Se realizó en primer lugar un Análisis Factorial Discriminante sobre los individuos de la L4, clasificando individuos anónimos de la L2 según los resultados de la anterior y viceversa. Posteriormente se hizo el Análisis Factorial Discriminante conjuntamente sobre ambas líneas. Se

consiguió discriminar en tres grupos el 100 % de los individuos (quemados, secados por humo y por estufa). La tabla 2 recoge los resultados de los Análisis Discriminantes realizados:

Tabla 2.- Resultados del Análisis Discriminante paso a paso.

Línea	Rango	Análisis Discriminante	Clasificación de anónimos *	Nº de las Variables usadas
L2	VIS	100 % en 3 grupos	51,85 % bien clasificados	11
	IR	100 % en 3 grupos	98,33 % bien clasificados	4 y 10
L4	VIS	100 % en 3 grupos	93,33 % bien clasificados	6
	IR	100 % en 3 grupos	100 % bien clasificados	4 y 11
L2 y	VIS	100 % en 3 grupos	—	5 y 11
L4	IR	100 % en 3 grupos	—	4 y 11

* Se trata de la Clasificación de Anónimos de una línea con respecto a la otra línea, sobre la que se ha creado el criterio de clasificación por Análisis Discriminante.

Las representaciones gráficas de los diversos Análisis Discriminantes aparecen en las Figuras 1 y 2. En ellas se ve la clara separación de los tres grupos. El programa toma 1 ó 2 variables y se consigue una perfecta separación de los tres grupos, para este material.

Conclusiones

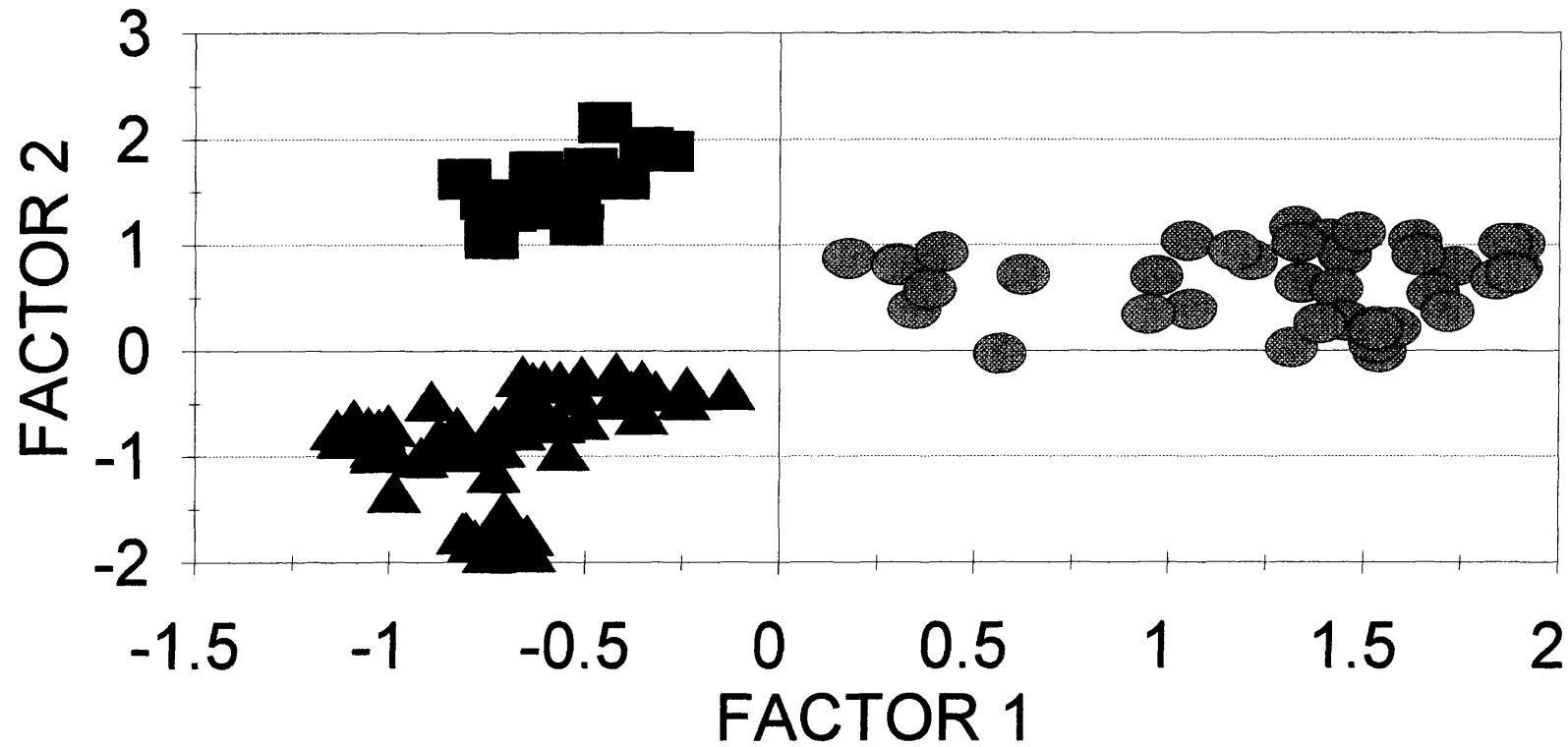
Es posible segregar calidades de pimentón a partir de datos espectrales.

El Análisis Factorial Discriminante paso a paso es el método más adecuado para la segregación de las clases para este material.

El rango infrarrojo posee mayor capacidad de segregación de la calidad en el material estudiado, ya que la distancia entre los grupos es mayor que la obtenida en el rango del visible.

RANGO VISIBLE

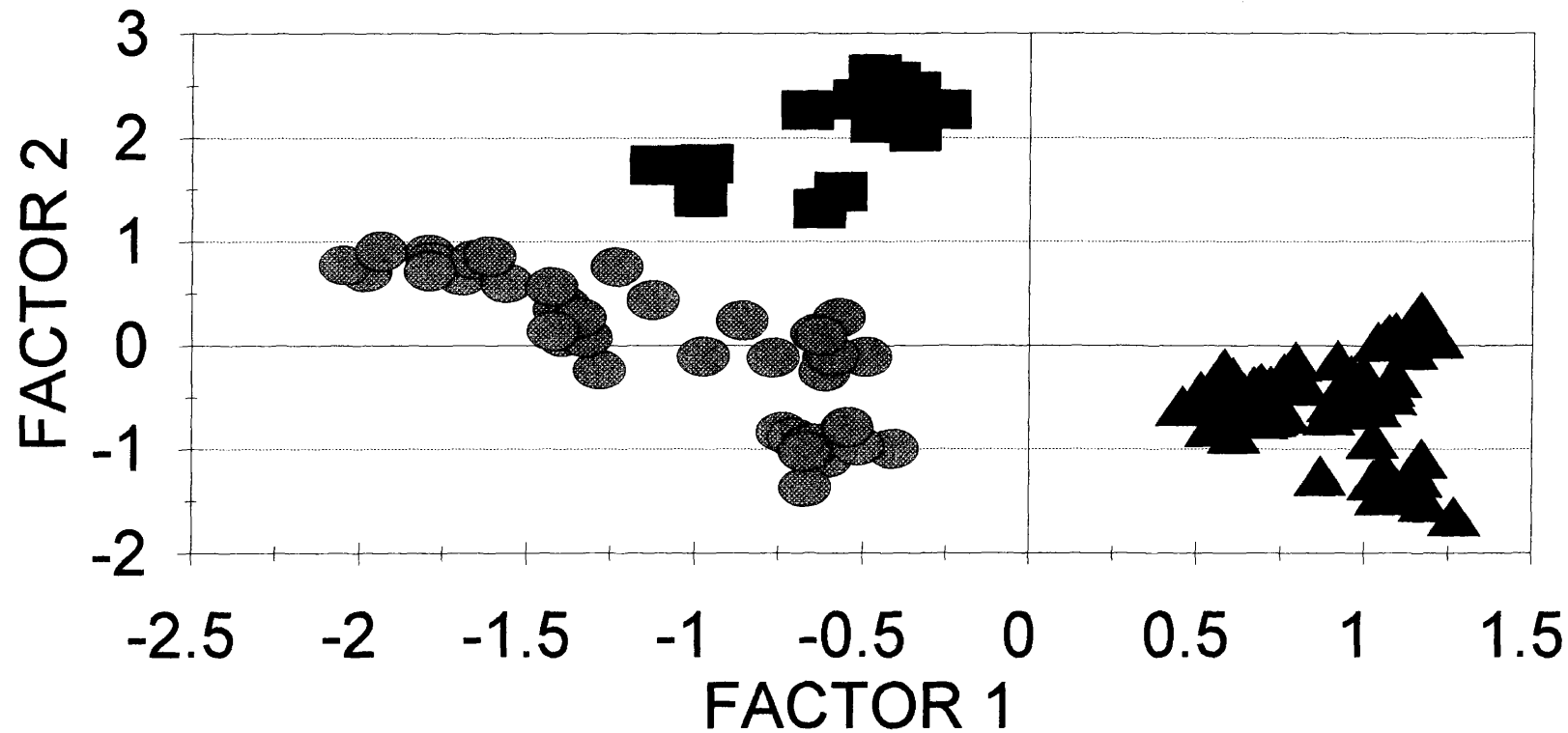
Línea 2 y Línea 4



■ quemados ● estufa ▲ humo

RANGO INFRARROJO

Línea 2 y Línea 4



■ quemados ● estufa ▲ humo